한국동물분류학회지 특간제 2 호
(金熏洙 敎授 停年退任 紀念號)
***The Korean Journal of Systematic Zoology***
*Special Issue No. 2: 243-250 (August 25, 1988)*

# 보리나무이종군의 날개에 대한 수량형태학적 분석 (동시목 : 나무이과)

박 희 천 · 이 창 언 · 김 훈 수*
(경북대학교 자연과학대학 생물학과
*서울대학교 자연과학대학 동물학과)

# Wing Morphometric Analysis of *Psylla elaeagni* Complex (Homoptera: Psyllidae)

Park, Hee Cheon ; Lee, Chang Eon and Kim, Hoon Soo*
(Department of Biology, College of Natural Sciences, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea
*Department of Zoology, College of Natural Science, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

## ABSTRACT

The wing morphometric characters of *P. elaeagni* complex feeding on the genus *Elaeagnus* plants was analysed by the multivariate methods using clustering of generalized distance and discriminant analysis.

On the clustering of the species, the effect of sexual differences, seasonal variation and geographic population sensitively appeared. However, four species of this group was precicely divided by the discriminant analysis.

Key words: Homoptera, Psyllidae, Morphometrics, Taxonomy

## 서 론

한반도에서 알려지고 있는 큰보리나무이종군(*Psylla elaeagni* Complex)은 큰보리나무이(*P. elaeagni* Kuwayama, 1908), 작은보리나무이(*P. elaeagnicola* Miyatake, 1963 ) 및 명보리나무이(*P. fulgularis* Kuwayama, 1908) 등 3종이며 (Park & Lee, 1978; 1979), 그 분포는 일본과 겹치고 있고 (Miyatake, 1982), 이들 종군은 구북구에서 극동지역 고유종으로 여겨진다 (Table 1) (Kuwayama & Miyatake, 1971; Miyatake, 1971: Miyatake, 1972).

이 종들은 보리수나무과(Elaeagnaceae)의 보리수나무속(*Elaeagnus*)에 속하는 기주식물들

**Table 1.** The distribution of *Psylla elaeagni* group, and it's host plants

| Species | Distribution | | | | Host plant |
|---|---|---|---|---|---|
| | Korea | Japan | China | Philippine | |
| *Psylla elaeagni* | + | + | + | | *Elaeagnus umbellata* |
| | | | | | *E. multiflora* |
| *P. elaeagnicola* | + | + | | | *E. umbellata* |
| | | | | | *multiflora* |
| *P. fulgularis* | + | + | | + | *E. macrophylla* |
| | | | | | *E. pungens* |
| | | | | | *E. glabra* |
| *P. kongoensis* | | + | | | *E. montana* |
| *P. kiushuensis* | | + | | | *E. pungens* |
| | | | | | *E. macrophylla* |
| *P. sp.* | + | | | | *E.* sp. |

에 서식하는 매우 기주의존적인 곤충군이다.

생태적으로는 큰보리나무이와 작은보리나무이가 동일기주식물에 공서하는 동서종으로 한반도 및 일본열도에 광범위하게 분포한다(Miyatake, 1963, 1964; Park & Lee, 1980a, 1980b).

또한 명보리나무이는 내륙에도 서식하지만 주로 해안지역의 보리밥나무(*E. macrophylla;* 이, 1980)에 기생하고 있다.

큰보리나무이종군은 기주식물에 흡식을 하는 동안 잎의 위축, 충영의 형성, 분비물로 인한 끄을름병을 일으킨다.

나무이의 대부분이 날개의 시맥이 감소하여 단순한데 따라 형태가 매우 비슷하다. 또한 계절형, 개체의 변이, 지리적변이 및 성적인 차이가 나타나므로 종의 동정이 매우 까다롭다.

그러므로 동일 기주식물군에 서식하는 유연종들의 성적 차이와 계절형 및 지리적 변이를 포함한 상태에서 종의 구분과 날개의 양적형질에 미치는 관계를 다변량적 방법으로 분석하고자 한다(Brown, 1978).

## 재료 및 방법

큰보리나무이종군의 종내변이와 종간의 유사성을 구하기 위해 지리산, 거제도 및 한반도의 여러 지역에서 채집된 표본들을 사용하였다.

4종의 날개를 떼어내 Berlese mount solution으로 slide표본을 제작한 뒤 실체현미경과 광학현미경을 이용하여 linear micrometer로 측정하였다.

측정형질은 앞날개에서 모두 22개의 양적형질만을 추출하였다(Table 2). 분류군과 개체들 사이의 성적 차이, 계절형과 지리적 개체변이 등 현상적 변이는 비가중치산술평균군분석법(UPGMA)으로 유사성을 구하였으며, 미기재종을 포함한 종군사이의 정확한 판별을 위해 판별분석을 행하였다(Sneath & Sokal, 1973).

결과는 종과 개체들의 유사성계수를 현상분지도(dendrogram)로 표시하고, 종간구분은 신포도(scatterplot) 및 3차원좌표도(three-dimensional ordination)로 나타내었다.

**Table 2.** The wing characters of *Psylla elaeagni* group.

| | |
|---|---|
| 1. length of wing | 12. length between Culand M3+4 |
| 2. wdth of wing at the pterostigmal tip | 13. width of M cell |
| 3. width of wing at the basal portion of pterostigma | 15. height of M cell |
| | 16. width between M and Cu cell |
| 4. length of Pterostigma | 17. length between M1+2 and Rs |
| 5. length of Radius | 18. length between Cu1 and Rs |
| 6. length of R1 | 19. length of Rs |
| 7. length of M+Cu | 20. length between Pterostigma and Rs |
| 8. length of Cu | 21. width between Rs and M1+2 at the apical portion |
| 9. length of Cu2 | |
| 10. width of Cu cell | 22. width between Rs and M at the basal portion |
| 11. height of Cu cell | |

## 결과 및 논의

미기재종을 포함한 4종의 한국산 큰보리나무이종군의 암 · 수 차이, 계절형 및 지리적변이가 유연종 간의 동정 및 유사성을 구하는데 미치는 관계를 알아보기 위해 날개의 수량적형질만을 추출하여 다변량적 방법으로 분석한 결과 및 고찰은 다음과 같다.

1) 군분석(Cluster analysis) (Figs. 1, 2)

수량적형질로 측정된 종내의 성적인 차이와 지리적변이 및 계절형 등이 종간의 유사성관계를 추출하는데 미치는 영향을 알아보기 위해, 큰보리나무이(*P. elaeagni*), 작은보리나무이(*P. elaeagnicola*) 및 명보리나무이(*P. fulgularis*) 3종의 수컷만을 사용한 군분석결과, Fig. 1에서 작은 보리나무이와 명보리나무이가 1개의 중그룹을 이루고, 날개의 크기가 큰 큰보리나무이의 거제도 개체군과 지리산개체군이 각각 다른 소그룹을 이루며 제2의 중그룹을 형성하

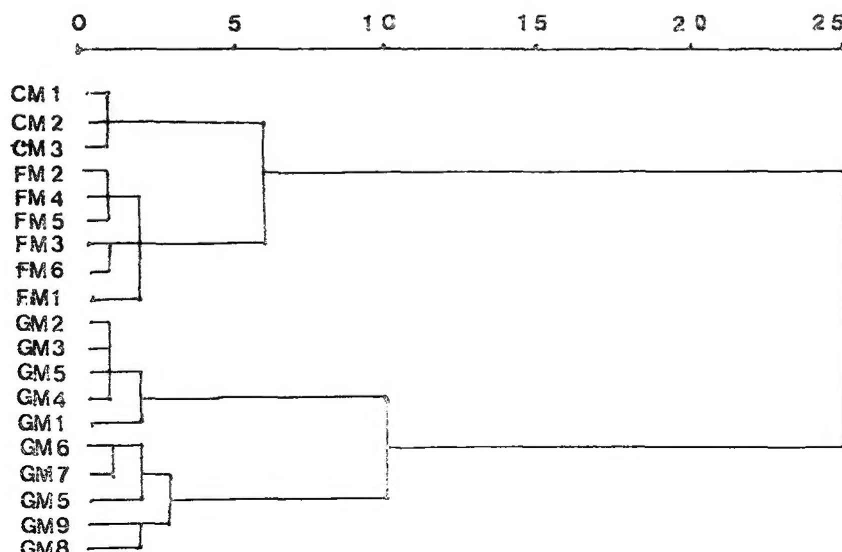



Fig. 1. The dendrogram of *Psylla elaeagni* Complex with the male specimen.
C, *P. elaeagnicola*;G, *P. elaeagni*;F, *P. fulgularis*

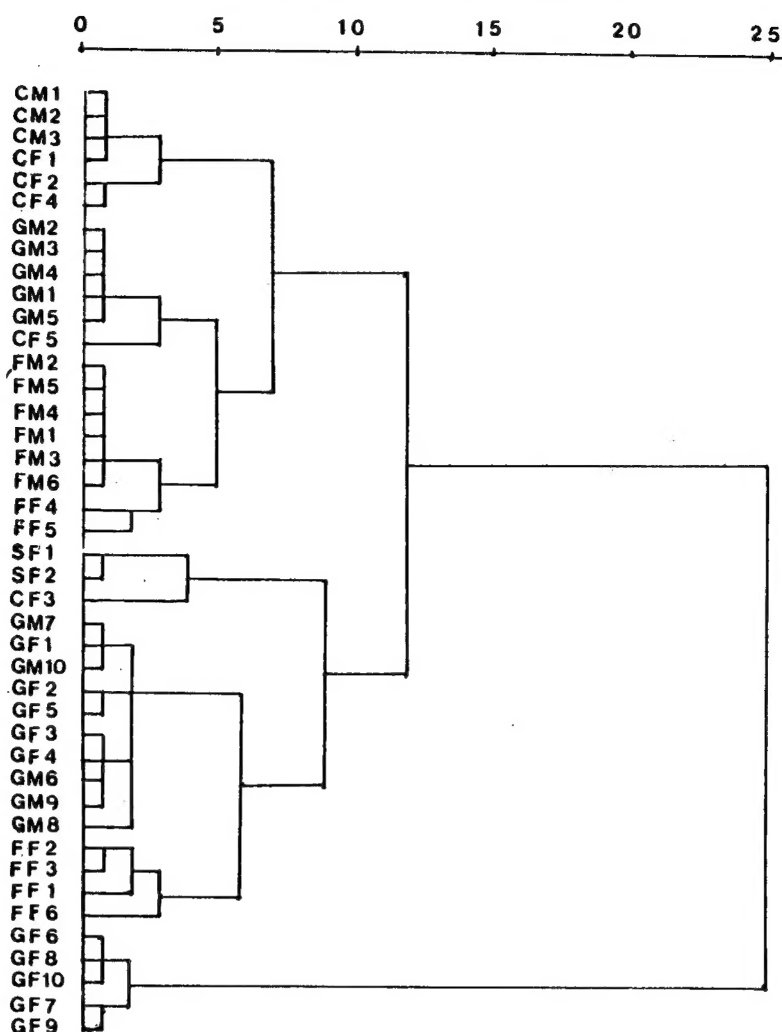



**Fig. 2.** The dendrogram of *Psylla elaeagni* group.
M, male;F, female; no, individual no.;C, *P. elaegnicola* ; G, *P. elaeagni* F, *P. fulgularis*;S, *P.* sp.

여 뚜렷한 종간의 차이를 보여주고 있었다. 즉 각종의 명확한 구분과 지리적 변이가 크게 나타났다. Fig. 2에서는 암표본만의 미기재종(*P.* sp.)과 나머지 3종의 암·수 42개체를 모두 포함하여 유사성계수를 구한 결과는, 가장 소형인 작은보리수나무이(CM, CF)는 암·수 간에 체량적 크기의 효과가 있으나, 월동형 2개체(CF3와 CF5)는 다른 종(SF와 GM)과 결합하였다.

명보리나무이는 수컷과 암컷 개체가 각기 다른 대그룹(제2, 제3)에 소속되고 있어, 각 그룹에서 큰보리나무이 수컷과 암컷에 결합하여 중그룹 및 대그룹을 이루고 있었다.

수컷 표본이 없는 미기재종은(SF)의 2개체의 암컷들이 작은 소그룹으로 종내관계를 유지하면서 중결합으로 명보리나무이와 큰보리나무이의 암컷 중결합군과 결합하여 제2의 대결합군을 형성하였다. 즉 소수의 개체이면서, 수컷이 없는 상태에서도 미기재종의 암컷은 각 종의 암컷과 유사한 날개 패턴을 나타내는 것으로 독립된 종의 위치를 유지하였다.

또한 큰보리나무이의 지리산 암컷 개체군들은 명보리나무이와 중결합을 이루고 있는 거제도 개체군과 달리 제3의 대결합군을 형성하고 있어 수량적 형질만을 쓴 이번 분석에 지리적

변이에 대한 체량적효과가 가장 두드러지게 나타났다(Park, 1987). 그러나 각 지리적 개체군이 동일지역 개체들을 모두 포함하고 있으며, 암컷과 수컷사이, 종과 종 사이, 지리적 개체군 사이에 소속된 각 개체들은 유사성이 매우 높게 나타났다.

2) 판별분석(Discriminant analysis)(Figs. 3－5)

계절형과 지리적 개체군 간의 유사성이 종간의 과도한 차이를 나타내기 때문에, 이 결과와 비교하기 위하여 22개의 형질을 사용한 4종 간의 판별분석을 행하였다.

사용된 각 형질은 유의성 검정에서 모두 유의하였다. 정준판별함수는 3개의 유의적인 함수가 추출되었는데, 제1함수가 68.56%, 제2함수와 제3함수가 각각 22.61%와 8.83%의 설명력을 가지고 있었다(Table 3).

판별변수와 정준판별함수사이의 상관계수는 제1함수에서는 4종간에 중실과 주실사이의 길이가 가장 큰 상관을 나타내므로 종의 동정에 유효한 형질로 나타나고 있다.

제2함수는 주실과 관련된 형질들이 상관이 높았으며, 제3함수는 날개의 종주맥형질들이 안정성이 있는 것으로 확인되었다.

4종의 그룹판별 즉 동정은 제1함수에서 명보리나무이가 암·수 모두 정의 계수를 갖고 있으며, 나머지 3종은 모두 부의 score를 나타내었다.

큰보리나무이, 작은보리나무이는 각각 제2함수와 제3함수에서 정의 계수를 갖는 특징을 보였다. 그러나 미기재종은 세 함수 모두 부의 계수를 기록하여 다른종들과는 완전히 구분되었다.

따라서 분석에 사용된 모든 개체가 군분석결과와는 달리 계절형, 지리적변이 및 성별에 관계없이 제1차 판별분석에서 4개의 독립된 종군으로 정확히 동정되었다(Figs. 3, 4).

**Table 3.** The canonical discriminant functions and its significance.

| Function | Eigenvalue | Percent of Variance | Cumulative Percent | Canonical Correlation |
|---|---|---|---|---|
| 1* | 51.47681 | 68.56 | 68.56 | .9904262 |
| 2* | 16.97784 | 22.61 | 91.17 | .9717901 |
| 3* | 6.63330 | 8.83 | 100.00 | .9321990 |
| **After Function** | **Wilks† Lambda** | **Chi-Squared** | **D.F.** | **Significance** |
| 0 | .0001389 | 248.70 | 66 | .0000 |
| 1 | .0072870 | 137.81 | 42 | .0000 |
| 2 | .1310050 | 56.911 | 20 | .0000 |

* Marks the 3 Canonical Discriminant Function(s)

**Table 4.** The canonical discriminant functions evaloated at group means (group centroids)

| Group | Func 1 | Func 2 | Func 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 9.45727 | −2.77363 | −.687733 |
| 2 | −16.25295 | −7.71208 | −7.92175 |
| 3 | −6.16967 | −3.84389 | 3.85081 |
| 4 | −1.58120 | 3.97294 | −.33551 |

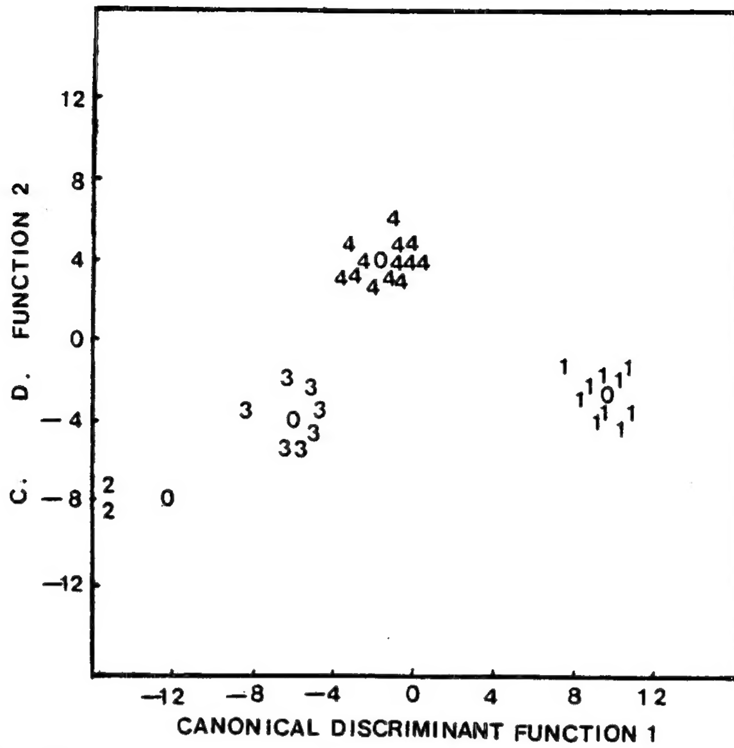



**Fig. 3.** The scatterplot of *Psylla elaeagni* complex.

O, group centroid;3, *P. elaeagnicola* ;1, *P. fulgularis*;4, *P. elaeagni*;2, *P.* sp.

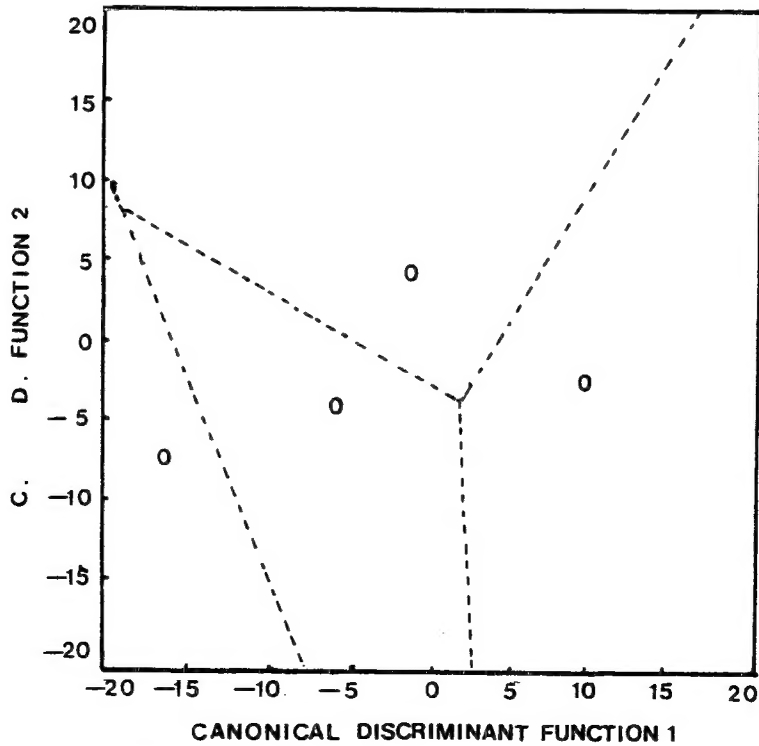



**Fig. 4.** The territorial map of four species.

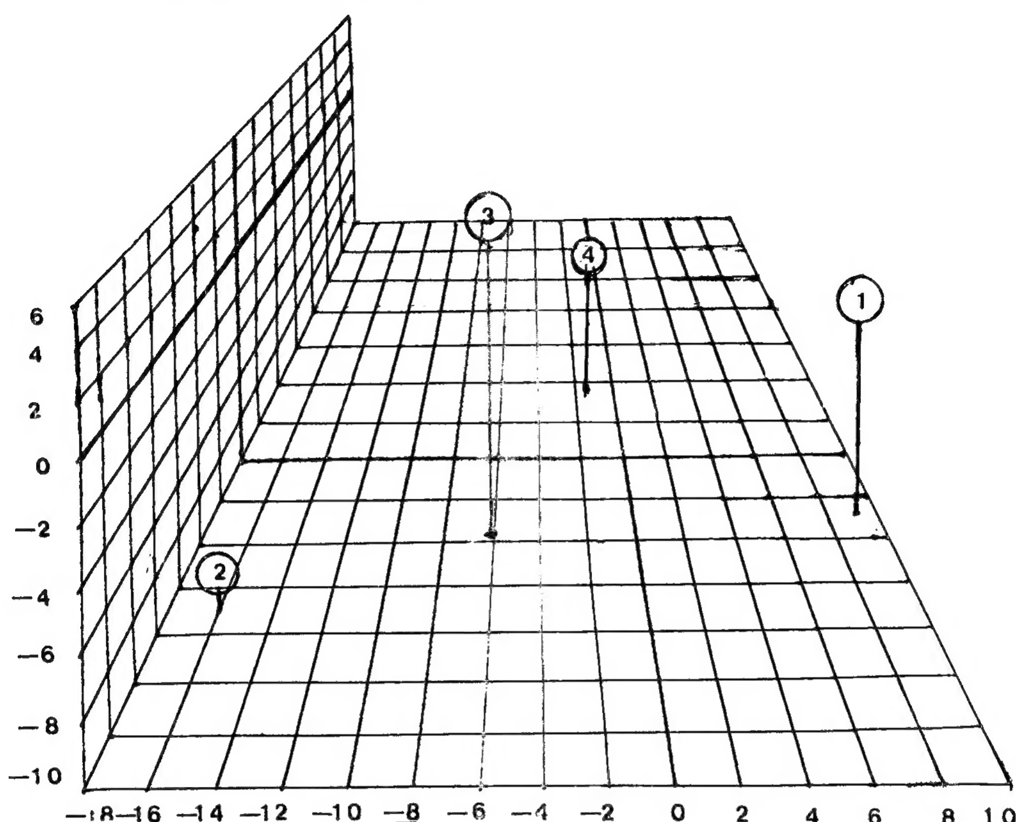



**Fig. 5.** The three-dimensional ordination of *P. elaeagni* complex, viewed along the first axis.
1, *P. falgularis* ;3, *P. elaeagnicola*;2, *P.* sp. 4, *P. elaeagni*

각 종의 그룹 중심점을 기초로 그린 3차원 정준판별좌표도에서 나타난 4종의 분류학적 특징은 3차원 공간에서 미기재종이 가장 유연관계가 떨어져 있으며(Fig. 5), 제1좌표축에서 미기재종, 작은보리나무이 및 큰보리나무이가 부의 영향을 받으며 구분되고 있었다(Table 4). 그러나 제2좌표축이나 제3좌표축에서는 각기 다른 종들이 연관을 맺고 있으므로, 세 종의 유연관계는 독립적이며 또한 상대적인 유사성을 가진다고 볼 수 있다.

이상의 결과를 종합하면 큰보리나무이종군은 유사한 기주식물군에 살고 있음에도 불구하고 날개의 형질들은 각종에서 독립적이고 고유한 형질들을 많이 소유하고 있음에 기인하여, 이것은 이 종군의 기주식물의 유사성에 따른 형태학적 상관관계를 계통학적인 유연관계로 연관시키는데 문제점이 있는 것으로 고찰된다.

## 요 약

보리나무속식물의 유연종군에 서식하는 큰보리나무이종군의 날개형질을 다변량적 방법으로 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 미기재종은 계절형과 성적인 변이형의 개체가 아닌 독립된 종으로 밝혀졌다.
2. 군분석에서 작은보리나무이는 종내 암·수의 형질 pattern이 높은 유사성

을 나타내었다.

3. 4종의 군분석 결과는 작은보리나무이의 계절형이 다른 종에 결합하였으며, 큰보리나무이의 지리적변이가 개체군 사이에서 독립된 결합군으로 나타났다.
4. 명보리나무이와 큰보리나무이 및 미기재종의 암컷들은 세 종 모두 같은 그룹에 소속되었다.
5. 판별분석에서는 성별, 계절형 및 지리적 구분에 영향을 받지 않고 4종이 독립된 종군으로 동정되었다.

## 참 고 문 헌

Brown, K.R. & E. Shipp, 1978. Wing morphometric analysis Australian Sarcophaginae (Diptera: Sarcophagidae). Syst. Ent. **3:** 179-188.

Kuwayama, 1908, Die Psylliden Japans I. Trans. Sapporo Nat. Soc. **2:** 149-190. Tafel 3, 20 Figs.

Kuwayama, S. & Y. Miyatake, 1971. Psyllidae from Shansi, North China (Hemiptera). Mushi **45,** 2: 51-58.

Miyatake, Y., 1963. A revision of the subfamily Psyllinae from Japan (Hemiptera: Psyllidae) I.J. Fac. Agr., Kyushu Univ. **12,** 4: 323-357, 12 figs.

Miyatake, Y., 1964. A revision of the subfamily Psyllinae from Japan (Hemiptera: Psyllidae) I.J. Fac. Agr., Kyushu Univ. **13,** 1: 1-37, 10 figs.

Miyatake, Y., 1971. On some species of Psyllidae from Korea (Hemiptera: Homoptera). Bull. Osaka Museum of Natural History, **24:** 1-4.

Miyatake, Y., 1972. Studies on the Philippine Psyllidae (Hemiptera: Homoptera) II. Bull. Osaka Museum of Natural History, **26:** 11-34.

Miyatake, Y., 1982. A new Japanese species of *Psylla* feeding *Elaeagnus mentans* (Homoptera: Psyllidae). Bull. Osaka Museum of Natural History, 36, 15-20.

Park, H.C., 1983. The wing morphometric analysis of *Psylla danpunga* Complex II (Homoptera: Psyllidae). Nature & Life, **17,** 1: 1-15.

Park, H.C. and C.E. Lee, 1978. A morphological study on the immature stages of three Psyllid species (Hemiptera: Psyllidae). Nature & Life, **8,** 1: 17-30.

Park, H.C. and C.E. Lee, 1979. Some Psyllid from Mt. Unmoonsan (Korea). (Homoptera: Psyllidae). Nature & Life, **9,** 2: 107-110.

Park, H.C. and C.E. Lee, 1980a. The immature stages of *Psylla fulgularis* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Nature & Life, **10,** 1: 1-7.

Park, H.C. and C.E. Lee, 1980b. Psyllid species from Taegu (Korea) (Homoptera: Psyllidae). Nature & Life, **10,** 1: 8-16.

Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal, 1973. Numerical taxonomy. W.H. Freeman and Company, U.S.A. 1-573.

이창복, 1979, 대한식물도감, 향문사, 서울 990pp.

수령 : 1988. 7. 25
채택 : 1988. 7. 28